



SIFAT MEKANIK DAN SIFAT *BARRIER* CAMPURAN POLIVINIL ALKOHOL DAN KITOSAN

Wiwik Pudjiastuti, Arie Listyarini, Agustina Arianita C. dan Guntarti Supeni

Balai Besar Kimia dan Kemasan - KEMENPERIN
Jl. Balai Kimia No.1, Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta Timur
E-mail: wiwik-bbkk@kemenperin.go.id

Diterima: 12 Januari 2016

Diperbaiki: 2 Maret 2016

Disetujui: 5 April 2016

ABSTRAK

SIFAT MEKANIK DAN SIFAT *BARRIER* CAMPURAN POLIVINIL ALKOHOL DAN KITOSAN.

Karakterisasi sifat mekanik dan sifat *barrier* dari *film* pencampuran polivinil alkohol (PVA) dengan kitosan dilakukan sebagai salah satu upaya untuk memperoleh alternatif kemasan makanan yang *biodegradable*. Penelitian ini bertujuan mempelajari perubahan sifat mekanik dan sifat *barrier* dari campuran PVA dan kitosan dibandingkan dengan PVA atau kitosan murni. Variasi yang dilakukan adalah komposisi PVA dan kitosan yaitu 1:0, 2:1, 2:2, dan 2:3, baik tanpa gliserol maupun dengan gliserol. Karakterisasi yang dilakukan meliputi kuat tarik, elongasi, nilai laju transmisi uap air dan gugus fungsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil spektrum *FT-IR film* campuran merupakan gabungan spektrum PVA dan spektrum kitosan. Nilai kuat tarik, elongasi, dan *barrier* berubah seiring dengan perubahan komposisi campuran. Dengan adanya penambahan kitosan pada larutan PVA tanpa gliserol nilai kuat tarik, elongasi, dan laju transmisi uap air akan meningkat. Penambahan gliserol pada larutan akan sedikit memperbaiki nilai elongasi tetapi mengurangi nilai kuat tarik dan meningkatkan laju transmisi uap air.

Kata kunci: Polivinil alkohol, Kitosan, *Biodegradable*, Sifat mekanik, *Barrier*

ABSTRACT

MECHANICAL AND BARRIER PROPERTIES OF POLYVINYL ALCOHOL AND CHITOSAN

BLENDS. Studies on mechanical and barrier properties of polyvinyl alcohol (PVA) with chitosan have been done to obtain an alternative new biodegradable food packaging. The aim of this research is to investigate changes of mechanical and barrier properties of PVA-chitosan compared with pure PVA or pure chitosan. Composition of PVA and chitosan was vary from ratio 1:0, 2:1, 2:2, and 2:3, without glycerol and with the addition of glycerol. Tensile strength, elongation and water vapor transmission rate were used to characterize the mechanical and barrier of *film*. The results showed that the mixture FTIR spectrum is a combination of PVA and chitosan spectrum. Tensile strength, elongation, and barrier changes with the composition of the mixture. Addition of chitosan in a solution of PVA without glycerol will cause tensile strength, elongation, and the water vapor transmission rate to increase. The addition of glycerol in the solution will slightly improve the elongation but reduce the tensile strength and increase the water vapor transmission rate.

Keywords: Polyvinyl alcohol, Chitosan, *Biodegradable*, Mechanical properties, *Barrier*

PENDAHULUAN

Penggunaan plastik sebagai bahan kemasan pangan saat ini meningkat. Hal ini disebabkan oleh keunggulan-keunggulan plastik dibandingkan dengan bahan kemasan yang lain. Seiring dengan meningkatnya penggunaan plastik sebagai bahan kemasan, meningkat pula masalah polusi lingkungan karena plastik

sintetis tidak dapat diuraikan secara alami oleh mikroba di dalam tanah. Polimer alam, seperti polisakarida mendapatkan perhatian yang cukup banyak dan digunakan pada berbagai aplikasi karena sifatnya yang tidak beracun, memiliki biokompatibilitas dan bersifat *biodegradable* [1].

Kitosan (kationik (1-4)-2-amino-2-deoxy-B-D-glucan) adalah polimer alami yang berasal dari deasetilasi kitin pada berbagai tingkatan kualitas [2-4]. Kitosan mempunyai sifat fungsi yang unik seperti *biodegradable*, biokompatibel, nontoksik, kemampuan pembentukan *film* dan aktifitas antibakteri yang membuat kitosan sesuai untuk aplikasi kemasan makanan [5,6].

Kitosan mudah larut dalam asam organik seperti asam formiat, asam sitrat dan asam asetat. Pemlastis yang umum digunakan untuk kitosan adalah gliserol yang memberikan nilai elongasi yang paling tinggi dibandingkan dengan pemlastis hidrofilik lainnya [2]. Kitosan murni memiliki sifat sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan dan memiliki sifat mekanik yang rendah sehingga tidak memenuhi persyaratan yang dibutuhkan sebagai kemasan pengganti plastik [7].

Pencampuran kitosan dengan material lain merupakan salah satu upaya untuk menghasilkan material dengan performa yang baik dan meningkatkan kekuatan mekanik kitosan. Polivinil alkohol (PVA) adalah polimer sintetik yang tidak beracun dan larut dalam air. PVA diproduksi komersial dalam skala besar dan digunakan pada berbagai aplikasi industri seperti serat, *film*, hidrogel dan lem [8].

Penelitian mengenai campuran kitosan dan PVA telah banyak dilakukan oleh peneliti lain [9-12]. Fokus pada penelitian-penelitian tersebut adalah pada sifat fisik, mekanik dan anti mikroba karena bertujuan untuk aplikasi biomedik. Aplikasi kitosan/PVA untuk kemasan selain sifat mekanik yang penting adalah sifat *barrier* atau permeabilitasnya.

Oleh karena itu dilakukan penelitian mengenai sifat *barrier* dari campuran kitosan dan PVA ini selain sifat mekaniknya serta pengaruh penambahan gliserol sebagai pemlastis terhadap kedua sifat tersebut.

METODE PERCOBAAN

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain polivinil alkohol (PVA) yang didapat dari Merck, kitosan dengan derajat deasetilasi > 66,42% dari PT Biokitosan-Tangerang, asam asetat glacial dari Merck dan Natrium tri polifosfat.

Cara Kerja

Pembuatan Larutan Kitosan 3% (w/v)

Larutan kitosan dibuat dengan konsentrasi 3%, baik dengan penambahan gliserol maupun tanpa gliserol. Kitosan dilarutkan dengan asam asetat 1% sehingga konsentrasi kitosan menjadi 3% (w/v). Proses pelarutan pada suhu ruang dilakukan selama 24 jam dengan pengadukan yang konstan.

Pembuatan Larutan PVA 3% (w/v)

Larutan PVA 3% dibuat dengan melarutkan 3 gram PVA dalam 100 mL air suling (90 °C) sambil diaduk diatas *hot plate stirrer* selama kurang lebih 2 jam sampai seluruh PVA larut yang ditandai dengan jernihnya larutan.

Pembuatan Campuran PVA dan Kitosan

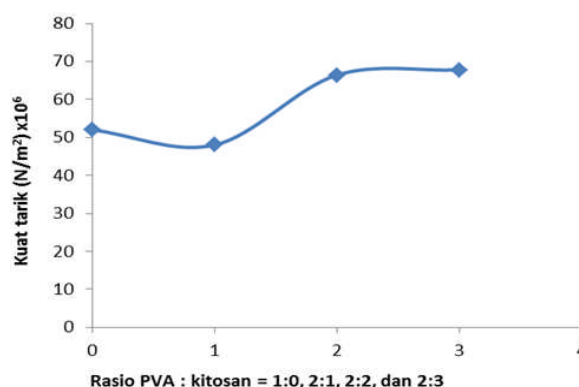
Campuran PVA dan kitosan dibuat dengan mencampurkan PVA dan kitosan dengan komposisi perbandingan 1:0, 2:1, 2:2, dan 2:3 pada kondisi suhu ruang dan menggunakan pengadukan konstan. STPP ditambahkan sebanyak 1 % dari jumlah larutan. Larutan yang terbentuk kemudian dituangkan ke dalam cetakan mika berukuran 20 x 20 cm dan didiamkan pada suhu ruang selama kurang lebih 48 jam sampai kering.

Karakterisasi Mekanik, Laju Transmisi Uap Air, dan Gugus Fungsi

Karakterisasi mekanik yang dianalisis adalah kuat tarik, elongasi, dan laju transmisi uap air. Kuat tarik dan elongasi diuji sesuai dengan ASTM D-882 tahun 2013 menggunakan alat universal testing machine Toyoseiki sedangkan laju transmisi uap air diuji sesuai ASTM E-96/96-M tahun 2012 menggunakan alat Permatran Mocon W 3/33. Selain itu dilakukan pula pengujian menggunakan *Fourier Transform Infra Red (FT-IR)*. Lembaran PVA-kitosan diuji gugus fungsinya dengan menggunakan alat Agilent type Carry-600 pada laboratorium instrumen BBKK.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kuat tarik *film* PVA-kitosan ditunjukkan pada Gambar 1, pengujian elongasi ditunjukkan pada Gambar 2, dan hasil pengujian laju transmisi uap air ditunjukkan pada Gambar 3.



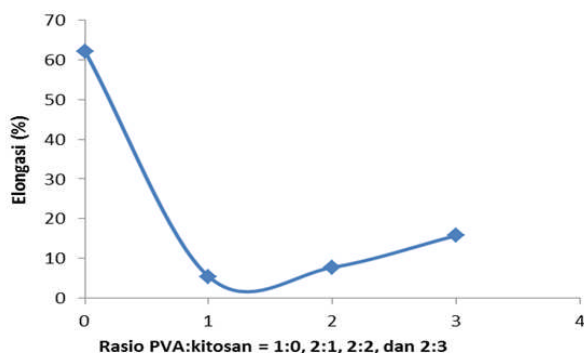
Gambar 1. Nilai kuat tarik film PVA-Kitosan.

Dari Gambar 1 terlihat bahwa makin besar penambahan konsentrasi kitosan menunjukkan nilai kuat tarik yang makin tinggi, namun pada perbandingan

PVA : kitosan = 2 : 1 nilai kuat tarik turun. Hasil ini mengindikasikan bahwa campuran antara PVA-kitosan mempunyai nilai kuat tarik lebih tinggi daripada nilai kuat tarik kitosan murni ($54,02 \times 10^6 \text{ N/m}^2$) dan nilai kuat tarik PVA murni ($52,02 \times 10^6 \text{ N/m}^2$). Hal tersebut karena pencampuran mengarah pada interaksi antar molekul antara dua polimer dan dapat meningkatkan kekuatan mekanik campuran. Dengan adanya kemungkinan interaksi antara gugus $-\text{OH}$ dan $-\text{NH}_2$ pada dua polimer ini, pencampuran dapat meningkatkan sifat mekanik dari *film* [13].

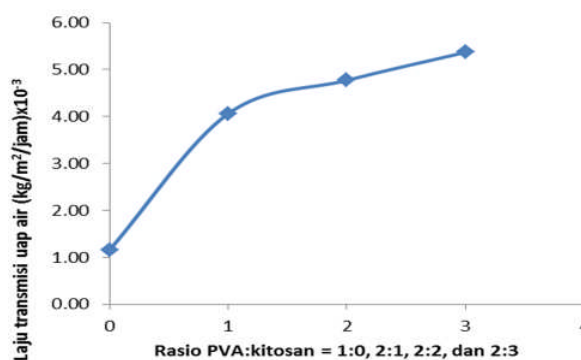
Pada campuran PVA : kitosan = 2 : 1 menunjukkan nilai kuat tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai kuat tarik PVA : kitosan = 1 : 0. Hal ini dimungkinkan pada proses pencampuran PVA dengan kitosan kurang homogen, sehingga interaksi gugus aktif pada PVA dengan gugus aktif pada kitosan kurang maksimal [14].

Pada Gambar 2 terjadi penurunan drastis nilai elongasi *film* PVA-kitosan, elongasi *film* PVA murni (PVA : kitosan = 1 : 0) dari 62 menjadi sekitar 5% dengan penambahan kitosan 25 mL yaitu pada perbandingan PVA:kitosan (2:1), selanjutnya nilai elongasi meningkat seiring dengan makin besar jumlah kitosan. Makin banyak PVA yang ada pada campuran (PVA : kitosan = 1 : 0), nilai elongasi makin besar. Hal ini disebabkan oleh sifat alami dari PVA yang mempunyai fleksibilitas tinggi mengakibatkan *film* bersifat lebih elastis dan tidak getas. *Film* dengan komposisi lebih banyak kitosan menunjukkan nilai elongasi yang lebih kecil, hal ini disebabkan kitosan mempunyai sifat mekanik yang tinggi [14].



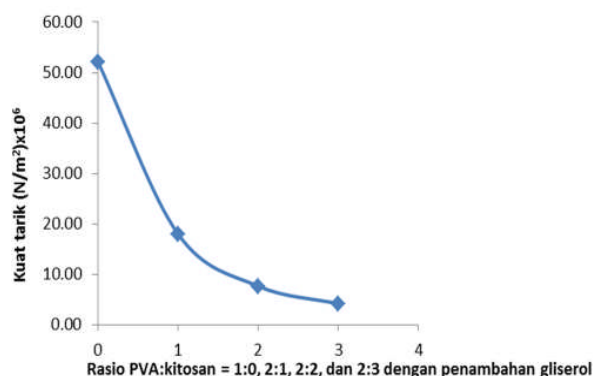
Gambar 2. Nilai elongasi film PVA-Kitosan.

Nilai laju transmisi uap air meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah kitosan dalam campuran (Gambar 3). Transmisi uap air sangat dipengaruhi oleh *RH* (Relative Humidity), suhu, ketebalan *film*, jenis, dan konsentrasi pemlastis, serta sifat bahan dasar pembentuk *film*. Kitosan bersifat hidrofilik, sehingga *film* yang dihasilkan juga bersifat menyerap uap air. Adanya komponen hidrofilik menyebabkan *film* jadi mudah mengembang dan banyak menyerap air. Oleh karena itu makin tinggi komposisi kitosan yang ada, makin tinggi pula nilai laju transmisi uap air *film* yang didapat, karena *film* bersifat makin hidrofilik [15].

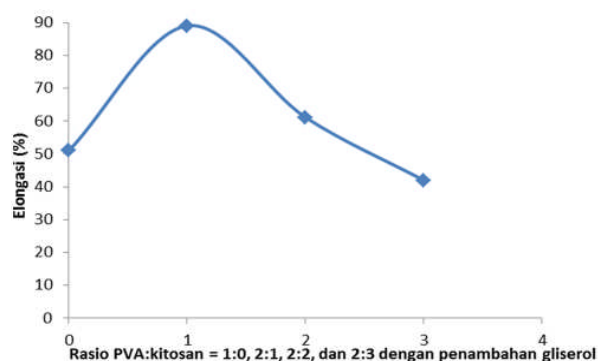


Gambar 3. Nilai laju transmisi uap air film PVA-Kitosan.

Hasil pengujian kuat tarik dengan penambahan gliserol ditunjukkan pada Gambar 4, hasil pengujian elongasi ditunjukkan pada Gambar 5, sedangkan hasil pengujian laju transmisi uap air ditunjukkan pada Gambar 6.

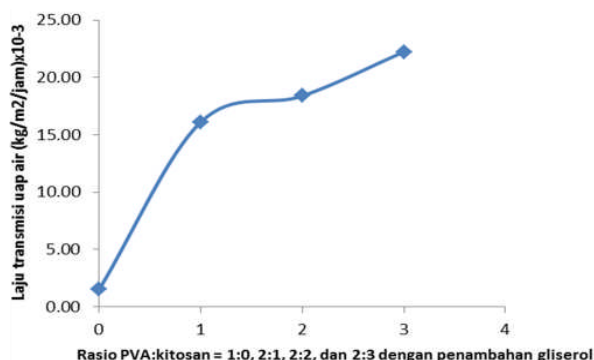


Gambar 4. Nilai kuat tarik film PVA-Kitosan-gliserol.



Gambar 5. Nilai elongasi film PVA-kitosan-gliserol.

Dari Gambar 4 terlihat bahwa makin besar konsentrasi kitosan pada campuran PVA-kitosan-gliserol akan menurunkan nilai kuat tarik apabila dibandingkan dengan PVA murni (pada Gambar 4 ditunjukkan pada konsentrasi (PVA : kitosan = 1 : 0)+gliserol). Sifat hidrofilik *film* kitosan-PVA memerlukan penggunaan pemlastis polar seperti gliserol supaya kompatibilitas lebih baik. Gliserol mengurangi kekuatan ikatan *van der Waals* antarmolekul antara polimer, yang membuat plastik fleksibel dan mengurangi kekakuan. Gliserol mengurangi



Gambar 6. Nilai laju transmisi uap air film PVA-kitosan-glisserol.

kekakuan jaringan ikatan antarmolekul *film* PVA-kitosan dan meningkatkan kemampuan pergerakan rantai polimer, oleh karena itu penggunaan gliserol mengakibatkan penurunan kuat tarik [16].

Untuk nilai elongasi, terlihat adanya peningkatan ketika terdapat 25 mL kitosan-gliserol pada campuran yaitu ketika perbandingan (PVA : Kitosan = 2:1)+gliserol yang ditunjukkan pada Gambar 5, yaitu dari nilai 51 menjadi 89%, namun setelah itu menunjukkan adanya penurunan elongasi. Dengan adanya penambahan gliserol dapat menurunkan nilai elongasi dari *film*, hal ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh [17] dan [18]. Hal ini diduga penambahan pemlastis telah menginduksi peningkatan mobilitas pada rantai polimer sehingga menyebabkan penurunan nilai elongasi.

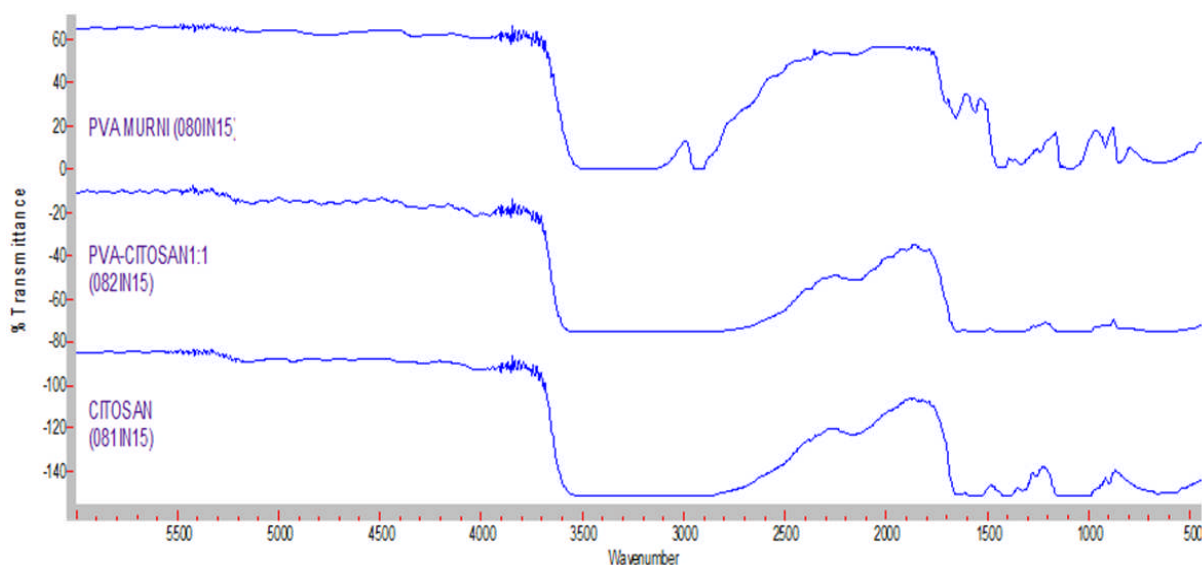
Nilai laju transmisi uap air meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi kitosan dalam *film* campuran PVA-kitosan-gliserol yang ditunjukkan pada Gambar 6. Pada campuran ini terdapat bahan yang bersifat hidrofilik yaitu kitosan dan gliserol. Adanya gliserol akan menghasilkan penyerapan air pada *RH* tinggi. Hal ini akan menyebabkan peningkatan terjadinya difusitas rata-rata dari molekul air. Adanya komponen

hidrofilik menyebabkan *film* mudah mengembang dan banyak menyerap air. Oleh karena itu makin banyak komponen hidrofilik pada campuran nilai laju transmisi uap air meningkat pula [15].

Gugus alkohol pada PVA dan gugus amino pada kitosan dimungkinkan dapat terjadi reaksi yaitu ikatan amida. Untuk membuktikan kemungkinan ini analisis *FT-IR* dilakukan untuk beberapa film berbeda yaitu PVA murni, kitosan murni dan film campuran PVA – Kitosan yang ditunjukkan pada Gambar 7. Spektrum film PVA murni, kitosan murni ataupun campuran PVA-Kitosan menunjukkan pita spektra pada bilangan gelombang 2900-2800 cm⁻¹ yang mengindikasikan keberadaan gugus CH₂. Spektra film kitosan murni dan campuran PVA-kitosan menunjukkan pita gugus –NH pada bilangan gelombang 1400 cm⁻¹ yang menurut literatur dapat menunjukkan gugus –NH. Spektra *FT-IR* campuran PVA-Kitosan tidak menunjukkan adanya penambahan pita serapan baru dibandingkan kitosan murni atau PVA murni sehingga hal ini menunjukkan tidak terjadinya reaksi kimia pembentukan gugus baru pada campuran PVA-Kitosan. Kemungkinan reaksi PVA dan Kitosan hanyalah ikatan hidrogen atau ikatan *van der waals* antara gugus –OH dari PVA dengan gugus –NH dari Kitosan [11].

KESIMPULAN

Makin besar penambahan konsentrasi kitosan menunjukkan nilai kuat tarik yang makin tinggi, namun pada perbandingan PVA : kitosan = 2: 1 nilai kuat tarik turun. Nilai elongasi film PVA-kitosan mengalami penurunan dari rasio PVA : kitosan = 1 : 0 sampai dengan rasio PVA:kitosan = 2:1, selanjutnya nilai elongasi meningkat seiring dengan makin besar jumlah kitosan. Penambahan kitosan juga meningkatkan nilai laju transmisi uap air pada



Gambar 7. Spektrum FT-IR film PVA murni, campuran PVA-Kitosan, dan kitosan murni.

film campuran. Penambahan gliserol pada larutan sedikit memperbaiki nilai elongasi tetapi mengurangi nilai kuat tarik dan meningkatkan laju transmisi uap air. Berdasarkan spektrum *FT-IR* antara PVA dan kitosan tidak terjadi reaksi kimia atau pembentukan gugus baru.

DAFTAR ACUAN

- [1]. Z. Shariatnia and M. Fazli. "Mechanical Properties and Antibacterial Activities of Novel Nanobiocomposite Film of Chitosan and Starch". *Food Hydrocolloids*, vol. 46, pp. 112-124, Apr. 2015.
- [2]. N. E. Suyatma, L. Tighzert, A. Copinett, and V. Coma. "Effect of Hydrophilic Plasticizers on Mechanical, Thermal and Surface Properties of Chitosan Films". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 53, pp. 3950-3957, May 2005.
- [3]. C.K.S. Pillai, W. Paul, and C. P. Sharma. "Chitin and Chitosan Polymers: Chemistry, Solubility and Fiber Formation". *Progress in Polymer Science*, vol. 34, pp. 641-678, July 2009.
- [4]. D. Dehnad, H. Mirzaei, Z. E. Djomeh, S. M. Jafari, and S. Dadashi. "Thermal and Antimicrobial Properties of Chitosan-Nanocellulose Films for Extending Shelf Life of Ground Meat". *Carbohydrate Polymers*, vol. 109, pp. 148-154, Aug. 2014.
- [5]. G. Kerch. "Chitosan Films and Coating Prevent Losses of Fresh Fruit Nutritional Quality: A Review". *Trends in Food Science & Technology*, vol. 46, Issue 2, Part A, pp. 159-166, Dec. 2015.
- [6]. H. Celebi and A. Kurt. "Effect of Processing on The Properties of Chitosan/Cellulose Nanocrystals Film". *Carbohydrate Polymers*, vol. 133, pp. 284-293, Nov. 2015.
- [7]. P. Zhuang, Y. L. Li, L. Fan, J. Lin, and Q. L. Hu. "Modification of Chitosan Membrane with Poly(Vinyl Alcohol) and Biocompatibility Evaluation". *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 50, pp. 658-663, Apr. 2012.
- [8]. B. Bolto, T. Tran, M. Hoang, and Z. Xie. "Crosslinked Poly(vinyl Alcohol) Membranes". *Progress in Polymer Science*, vol. 34, pp. 969-981, Sept. 2009.
- [9]. J. Bonilla E. Fortunati, L. Atares, A. Chiralt, and J. M. Kenny. "Physical, Structural and Antimicrobial Properties of Polyvinyl Alcohol-Chitosan Biodegradable Films". *Food Hydrocolloids*, vol. 35, pp. 463-470, Mar. 2014.
- [10]. S. R. Kanatt, M.S. Rao, S.P. Chawla, and A. Sharma. "Active Chitosan-Polyvinyl Alcohol Films with Natural Extracts". *Food Hydrocolloids*, vol. 29, pp. 290-297, Dec. 2012.
- [11]. X. Jiang, Y. Zhao, and L. Hou. "The Effect of Glycerol on Properties of Chitosan/Poly(vinyl Alcohol) Film with $\text{AlCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ Aqueous Solution as The Solvent for Chitosan". *Carbohydrate Polymers*, vol. 135, pp. 191-198, Jan. 2016.
- [12]. E. A. El-hefian, M. M. Nasef, and A. H. Yahaya. "Preparation and Characterization of Chitosan/Poly(Vinyl Alcohol) Blended Films : Mechanical, Thermal and Surface Investigations." *E-Journal of Chemistry*, vol. 8, pp. 91-96, June 2011.
- [13]. U. K. Parida, A. K. Nayak, B. K. Binhani, and P. L. Nayak. "Synthesis and Characterization of Chitosan-Polyvinyl Alcohol Blended with Cloisite 30B for Controlled Release of the Anticancer Drug Curcumin". *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology*, vol. 2, pp. 414-425, Oct. 2011.
- [14]. A. P. Enggita, dan E. Santoso. "Pengaruh Komposisi terhadap Perilaku Membran Komposit PVA/Kitosan/Grafin Oksida yang Terikat Silang Trisodium Sitrat". *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 4, no. 2, pp. 2337-3520, Jul. 2015.
- [15]. S. Katili, B. T. Harsunu, S. Irawan. "Pengaruh Konsentrasi Plasticizer Gliserol dan Komposisi Khitosan dalam Zat Pelarut terhadap Sifat Fisik Edible Film dari Khitosan". *Jurnal Teknologi*, vol. 6, no. 1, pp. 29-38, Jun. 2013.
- [16]. C. M. A. Cruz, A. C. Dabu, and E. P. Rescober. "Effects of Blend Ratio of PVA-Chitosan-Glycerol Films on their Mechanical Properties". *Undergraduate Research Report*. Mapua Institute of Technology, March, 2006.
- [17]. N. R. Savadekar, and S. T. Mhaske. "Synthesis of Nanocellulose Fibers and Effect on Thermoplastics Starch Based Films". *Carbohydrate Polymers*, vol. 89, pp. 146-151, Jun. 2012.
- [18]. H. M. C. Azeredo, L. H. C. Mattoso, R. J. A. Bustillos, G. C. Pilho, M. L. Munford, D. Wood, and T. H. McHugh. "Nanocellulose Reinforced Chitosan Composite Films Affected by Nanofiller Loading and Plasticizer Content". *Journal of Food Science*, vol. 75, no. 1, pp. N1-N7, Jan. 2010.